

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-307040

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl.

H01L 23/473

(21)Application number : 08-120541

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 15.05.1996

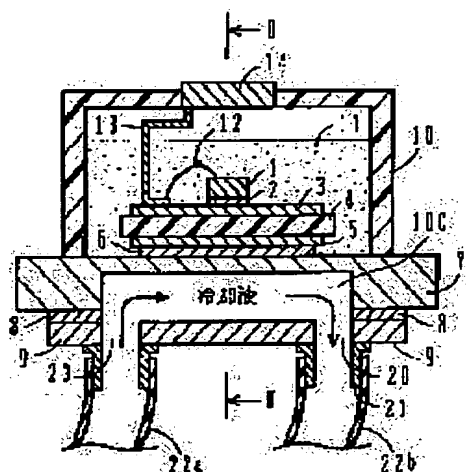
(72)Inventor : HACHIMAN KOICHI
YAMAMURA HIROHISA

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE, INVERTER, AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device with excellent electric insulation, which attains a desired cooling performance without increasing flow speed of coolant upon radiating heat generated from the semiconductor device with the coolant, to provide a manufacturing method of the semiconductor device, and to provide an inverter.

SOLUTION: Conductive layers 3 and 5 are formed on both surfaces of an aluminum nitride plate 4 as an insulating substrate. A semiconductor chip 1 is connected, via a high-temperature solder layer 2, on the conductive-layer 3 side of the aluminum nitride plate 4, while a radiation copper substrate 7 is connected, via a low-temperature solder layer 6, on the conductive-layer 5 side of the aluminum nitride plate 4. The radiation copper substrate 7 has a fin 7a. The radiation copper substrate 7 is connected, at its lower part, to a fluid-path formation copper substrate 9, different from the radiation copper substrate 7, via a connecting metal member 8. The radiation copper substrate 7 and the fluid-path formation copper substrate 9 form a coolant path 100.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Searching PAJ

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The insulating substrate which insulates the semiconductor chip from other conductive parts while laying the semiconductor chip accompanied by generation of heat, and said semiconductor chip by energization at the time of operation, In the semiconductor device which has the substrate for heat dissipation which misses the heat which lays said insulating substrate and is emitted from said semiconductor chip to the opposite side of said semiconductor chip The semiconductor device characterized by having attached the substrate for passage formation of another object with the substrate for heat dissipation, and forming a coolant path between said substrate for heat dissipation, and said substrate for passage formation at said substrate for heat dissipation.

[Claim 2] The semiconductor device characterized by having arranged the conductor layer further to both sides of said insulating substrate in a semiconductor device according to claim 1.

[Claim 3] It is the semiconductor device characterized by joining said substrate for heat dissipation, and said substrate for passage formation with solder in a semiconductor device according to claim 1.

[Claim 4] It is the semiconductor device characterized by said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation being joined by welding in a semiconductor device according to claim 1.

[Claim 5] It is the semiconductor device characterized by said substrate for heat dissipation equipping the field of the opposite side of said semiconductor chip with the fin for promotion of heat dissipation in a semiconductor device according to claim 1.

[Claim 6] the fin to which the configuration of said fin met the flow of said coolant in the semiconductor device according to claim 5 -- the semiconductor device characterized by being a **.

[Claim 7] It is the semiconductor device characterized by having the shape of a cylindrical shape in which the configuration of said fin projects from one side of said substrate for heat dissipation in a semiconductor device according to claim 5.

[Claim 8] It is the semiconductor device characterized by providing the anchoring section of the supply line to which said substrate for passage formation supplies the coolant to said coolant path in a semiconductor device according to claim 1, and the installation section of the exhaust pipe way which discharges the coolant from said coolant path.

[Claim 9] The semiconductor device characterized by providing a turbulent flow generating means to cause a turbulent flow to said coolant path at the coolant, in a semiconductor device according to claim 1.

[Claim 10] It is the semiconductor device characterized by said turbulent flow generating means being propeller equipment for turbulent flow generating in a semiconductor device according to claim 9.

[Claim 11] It is the semiconductor device characterized by said turbulent flow generating means being a cylindrical member for turbulent flow generating in a semiconductor device according to claim 9.

[Claim 12] The passage cross section of the coolant path which said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation are connected by the flexible connection member in a semiconductor device according to claim 1, and is formed between said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation is a semiconductor device characterized by being adjustable by said flexible connection member.

[Claim 13] The passage cross section of the coolant path which said substrate for passage formation is arranged possible [sliding of the direction of said substrate for heat dissipation], and it has a seal member in a semiconductor device according to claim 1 between said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation, and is formed between said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation is a semiconductor device characterized by being adjustable by sliding of said substrate for passage formation.

[Claim 14] Inverter equipment characterized by having used said semiconductor device as the semiconductor device given in any 1 term among claims 1-13, and exposing the external surface of the substrate for passage formation of said semiconductor device to the exterior of said box in the inverter equipment which incorporates the semiconductor device for current conversion and changes it into the electrical potential difference of a request of the inputted current, and the alternating current of a frequency in a box.

[Claim 15] Inverter equipment characterized by preparing the feed hopper and exhaust port of said coolant in the external surface of said substrate for passage formation exposed to the exterior of said box in inverter equipment according to claim 14.

[Claim 16] Inverter equipment characterized by exposing the boundary part of said substrate for heat dissipation, and said substrate for passage formation to the exterior of said box further in inverter equipment according to claim 14.

[Claim 17] In the manufacture approach of a semiconductor device of laying the semiconductor chip accompanied by generation of heat in an insulating substrate by energization at the time of operation, and laying said insulating substrate in the substrate for heat dissipation which misses the heat from said semiconductor chip The 1st process which attaches the substrate for passage formation of another object in said substrate for heat dissipation with the substrate for heat dissipation, The 2nd process which carries out grinding of the field of the opposite side to said substrate for passage formation of said substrate for heat dissipation, and raises flatness after said 1st process, The manufacture approach of the semiconductor device characterized by equipping the field of said substrate for heat dissipation which carried out grinding after said 2nd process with the 3rd process which joins said insulating substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semiconductor device equipped with the configuration which misses the heat emitted [especially] from a semiconductor chip and inverter equipment equipped with the semiconductor device, and a pan at the manufacture approach of the semiconductor device with respect to the semiconductor device equipped with the semiconductor chip accompanied by generation of heat by energization at the time of operation.

[0002]

[Description of the Prior Art] The structure which misses the generated heat is needed for the semiconductor device which the semiconductor chip equipped with such a semiconductor chip in many cases with generation of heat by energization at the time of operation. In the conventional semiconductor device, the body of a semiconductor device was put on the heat sink through the grease of right thermal conductivity, and the heat generated from a semiconductor chip was missed with this heat sink. As a method which misses heat from a heat sink, there were air cooling by exposing a heat sink to the open air and a water cooling type (liquid cooling) which passes the coolant to a part for the centrum which prepared in the heat sink.

[0003] Drawing 12 R> 2 explains the cooling system of a water cooling type among the above.

The screw stop is carried out to the heat sink 98 with which, as for the insulating substrate 94 which the semiconductor chip 91 is joined to the insulating substrate 94 which gave the conductor layer 93 which has a circuit pattern as shown in drawing 12 through the elevated-temperature solder layer 92, and carried the semiconductor chip 91, the copper substrate 96 for heat dissipation is joined through the low-temperature solder layer 95, and the copper substrate 96 for heat dissipation was mainly manufactured with aluminum further through grease 97 by screw 98a. And the heat generated from a semiconductor chip 91 is missed by passing the coolant to the cooling passage established in the heat sink 98.

[0004] Grease 97 is not applied to homogeneity, or in the case of drawing 12 , in order to promote heat conduction between the copper substrate 96 for heat dissipation, and a heat sink 98, the thermally conductive outstanding thing is used as grease 97, but if the flatness of the copper substrate 96 for heat dissipation and a heat sink 98 is bad, the thermal resistance by grease 97 will increase, and heat dissipation unevenness is made. moreover, although illustration was omitted, since the thermal conductivity between air and a heat sink is small, in an air-cooled case, if there is no very big fin **** in order to increase the heating area of a heat sink, it will not become, but miniaturization is structurally difficult for it, and handling nature is not good for it, either.

[0005] Moreover, the semiconductor device of the water cooling type which joins an insulating substrate and a heat sink by the solder layer is shown to JP,6-204370,A by the conventional technique of a publication. That is, as shown in drawing 13 , the insulating substrate 103 was joined to the semiconductor chip 101 and the conductor layer 102 through solder layer 104a, and the insulating substrate 103 is further joined to the heat sink 105 made from aluminum which formed the cooling liquid flow channel 106 by solder layer 104b. And the approach of cooling a sink semiconductor chip for the coolant to a part for the centrum of a heat sink is taken. In this case, by not making heat dissipation unevenness like the method of above-mentioned drawing 12 , since a heat sink 105 opens a hole in the plate made from aluminum and makes it the cooling

liquid flow channel 106, unlike above-mentioned air cooling, it can be made into compact structure.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As stated the account of a top, grease 97 is not applied to homogeneity, or in the case of drawing 1212, if the flatness of the copper substrate 96 for heat dissipation and a heat sink 98 is bad, the thermal resistance by grease 97 will increase, heat dissipation unevenness is made, and the predetermined cooling engine performance is no longer obtained. Moreover, in an air-cooled case, compared with a water cooling type, miniaturization is difficult, and handling nature is not good, either.

[0007] In cooling system given in JP,6-204370,A which has the structure shown in drawing 13, although there is no fault like the method of drawing 12 or air cooling, since the cooling liquid flow channel 106 prepared in a heat sink 105 is mainly formed by drilling processing etc., the wall surface surface area of the cooling liquid flow channel 106 is restricted. In order to promote the heat transfer from a semiconductor chip 101, the rate of flow of the coolant must be raised, therefore the power engine performance of the required pump for coolant must be improved, and it may become impossible therefore, to maintain the predetermined cooling engine performance. Moreover, if the rate of flow of the coolant is raised, the corrosion of the ingredients (aluminum etc.) of a heat sink 105 will be brought forward, and there is a possibility that the electric insulation of equipment itself may fall [it] by the basis.

[0008] The purposes of this invention are the semiconductor device which faced missing the heat generated from a semiconductor device by the coolant, could attain the desired cooling engine performance, without raising the rate of flow of the coolant, and was excellent in electric insulation and inverter equipment equipped with the semiconductor device, and offering the manufacture approach of the semiconductor device further.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The semiconductor chip [according to this invention] accompanied by generation of heat by the energization at the time of operation in order to attain the above-mentioned purpose, The insulating substrate which insulates that semiconductor chip from other conductive parts while laying this semiconductor chip, In the semiconductor device which has the substrate for heat dissipation which misses the heat which lays this insulating substrate and is emitted from said semiconductor chip to the opposite side of a semiconductor chip With the substrate for heat dissipation, the substrate for passage formation of another object is attached in said substrate for heat dissipation, and the semiconductor device characterized by forming a coolant path between the above-mentioned substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation is offered.

[0010] In this invention constituted as mentioned above, in order to use the substrate for passage formation for forming a coolant path as another object with the substrate for heat dissipation, unlike the case where a hole is opened, it is easy to carry out processing in passage to a tabular heat sink, and since it can perform changing a passage configuration variously easily, it also becomes easy to consider as the passage configuration according to the cooling engine performance. Furthermore, since this invention adopts not air cooling but liquid cooling, it can also attain miniaturization.

[0011] Moreover, it is desirable to arrange a conductor layer further to both sides of the above-mentioned insulating substrate in this invention. Copper etc. is used, and this conductor layer can serve as a circuit pattern, for example, junction tends to perform it at the time of junction by soldering etc. Moreover, it becomes possible by equalizing an thermal expansion coefficient by both sides of an insulating substrate to prevent deformation of the curvature by the difference in the thermal expansion coefficient of a semiconductor chip, an insulating substrate, and the substrate for heat dissipation etc.

[0012] Moreover, the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation are preferably joined by solder or welding. Since thermal resistance is small and heat tends to be transmitted, solder and a weld metal tend to miss the heat from a semiconductor chip.

[0013] Moreover, the substrate for heat dissipation equips the field of the opposite side of a semiconductor chip with the fin for promotion of heat dissipation preferably. the fin which met the flow of the coolant as a configuration of this fin -- it is still more desirable to consider as the shape of a cylindrical shape which considers as a ** or projects from one side of the substrate for heat dissipation. Thus, if constituted, since heat transfer area for a fin to perform

heat exchange will be expanded, the heat which was emitted from the semiconductor chip and flowed to the substrate for heat dissipation through the insulating substrate becomes easy to escape to the coolant through the fin prepared in the substrate for heat dissipation.

[0014] Moreover, in this invention, the anchoring section of the supply line which supplies the coolant to a coolant path to the substrate for passage formation, and the anchoring section of the exhaust pipe way which discharges the coolant from a coolant path are provided preferably. The exhaust pipe way which discharges the supply line which supplies the above-mentioned coolant, and the coolant is a hose etc., and it becomes easy by the above-mentioned anchoring sections (for example, pipe etc.) to attach [of a supply line or an exhaust pipe way] it.

[0015] Furthermore, a turbulent flow generating means to cause a turbulent flow to the above-mentioned coolant path at the coolant may be provided. It is desirable that they are the propeller equipment for turbulent flow generating or a cylindrical member for turbulent flow generating as this turbulent flow generating means. By making the coolant generate a turbulent flow, the heat exchange of the coolant and the substrate for heat dissipation prospers, and it becomes possible to improve the cooling engine performance further.

[0016] Moreover, in the semiconductor device of this invention, it is desirable to make adjustable the passage cross section of the coolant path which connects the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation by the flexible connection member, and is formed between the above-mentioned substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation by the above-mentioned flexible connection member. As a flexible connection member, it can consider, for example as bellows. It becomes possible to adjust and change the passage cross-sectional area of the coolant path formed between the substrate for heat dissipation, and the substrate for passage formation by this flexible connection member, and can cool by choosing the optimal rate of flow according to the calorific value of a semiconductor chip. Installation of a flexible connection member is attained to write the substrate for passage formation on the substrate for heat dissipation, and another object.

[0017] Moreover, it is desirable to make adjustable the passage cross section of the coolant path which arranges the substrate for passage formation possible [sliding of the direction of the substrate for heat dissipation], prepares a seal member between the above-mentioned substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation, and is formed between said substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation by sliding of the above-mentioned substrate for passage formation. As the above-mentioned seal member, it can consider as the O ring which intervenes, for example between the substrate for heat dissipation, and the substrate for passage formation. Thereby, it can cool by the above-mentioned flexible connection member by choosing the optimal rate of flow according to the calorific value of a semiconductor chip like the case where the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation are connected. Installation of this seal member is attained to write the substrate for passage formation on the substrate for heat dissipation, and another object.

[0018] Moreover, according to this invention, the inverter equipment characterized by having used the semiconductor device incorporated in the inverter equipment which incorporates the semiconductor device for current conversion and changes it into the electrical potential difference of a request of the inputted current and the alternating current of a frequency in a box as the above semiconductor devices, and exposing the external surface of the substrate for passage formation of the semiconductor device to the exterior of said box is offered.

[0019] While the cooling engine performance improves further by stripping of the heat from the external surface of the substrate for passage formation exposed to the box exterior of inverter equipment according to such a configuration, the feed hopper and exhaust port of the coolant can be prepared in the external surface of the substrate for passage formation, and it is prevented that the coolant begins to leak to the interior of a box. Therefore, waking up poor insulation inside inverter equipment is avoided.

[0020] If the boundary part of the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation is furthermore exposed to the exterior of a box in addition to the above, even if the coolant may leak from the boundary part, it will be avoided that it is prevented that the coolant trespasses upon the interior of a box, and it wakes up poor insulation inside inverter equipment.

[0021] In the manufacture approach of a semiconductor device of laying the semiconductor chip accompanied by generation of heat in an insulating substrate by energization at the time of operation, and furthermore laying said insulating substrate in the substrate for heat dissipation

which misses the heat from said semiconductor chip according to this invention The 1st process which attaches the substrate for passage formation of another object in said substrate for heat dissipation with the substrate for heat dissipation, The manufacture approach of the semiconductor device characterized by having the 2nd process which carries out grinding of the field of the opposite side to the substrate for passage formation of said substrate for heat dissipation, and raises flatness after the 1st process, and the process which joins said insulating substrate to the field of the substrate for heat dissipation which carried out grinding after the 2nd process is offered.

[0022] Since the flatness of the field is raised and an insulating substrate will be joined even if the field of the substrate for heat dissipation has deteriorated according to heat deformation of the curvature of the substrate for heat dissipation produced by this when the substrate for heat dissipation and a passage formation substrate were joined etc., it becomes possible to abolish the unevenness at the time of junction of an insulating substrate, and to perform uniform junction.

[0023]

[Embodiment of the Invention] The 1st operation gestalt of this invention is explained referring to drawing 7 from drawing 1 . Drawing 1 is the sectional view showing the semiconductor device of this operation gestalt, and drawing 2 is the sectional view seen from [of drawing 1] II-II. The semiconductor device 42 shown in drawing 1 and drawing 2 is equipped with the semiconductor chip 1 joined to the copper conductor layer [which was formed in both sides of the nitriding aluminum plate 4 as an insulating substrate, and the nitriding aluminum plate 4] 3 and conductor layer 5, and conductor layer 3 side of the nitriding aluminum plate 4 through the elevated-temperature solder layer 2, and is joined to the copper substrate 7 for heat dissipation by the conductor layer 5 side of the nitriding aluminum plate 4 through the low-temperature solder layer 6. Junction by the elevated-temperature solder layer 2 or the low-temperature solder layer 6 is made easy to be able to serve the conductor layer 3 and the conductor layer 5 as a circuit pattern, and to perform, and the thermal expansion coefficient was equalized by both sides of the nitriding aluminum plate 4, and deformation of the curvature by the difference in the thermal expansion coefficient of each part material etc. is prevented. the fin for increasing a heating area in the inferior surface of tongue (opposite side of a semiconductor chip 1 or the nitriding aluminum plate 4) of the copper substrate 7 for heat dissipation -- fin 7a of a ** is prepared and the copper substrate 9 for passage formation of another object is joined to the lower part of the copper substrate 7 for heat dissipation with the junction metal 8 in the copper substrate 7 for heat dissipation. The amount of [between the above-mentioned copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation] centrum constitutes the coolant path 100. By selecting appropriately the configuration of the copper substrate 7 for heat dissipation, or the copper substrate 9 for passage formation, it is possible to set up the passage cross section of the coolant path 100 according to the desired cooling engine performance. As a junction metal 8, although solder can be used, for example, the copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation may be joined by the usual welding.

[0024] In order that the part containing the nitriding aluminum plate 4 and semiconductor chip 1 above the copper substrate 7 for heat dissipation may maintain the insulation with the exterior, casing is carried out in the resin case 10, and insulation protection of the interior is carried out by the silicon gel 11. Moreover, the terminal of a semiconductor chip 1 is connected with a leadframe 13 with the aluminum wire 12, and the leadframe 13 is connected with the terminal 14 for external connection.

[0025] The entrance 20 of the coolant is established in the inferior surface of tongue of the copper substrate 9 for passage formation, it attaches in the entrance, and the pipe 21 as the section is welded. And hose 22a for coolant supply and hose 22b for coolant discharge are attached in the pipe 21.

[0026] Next, drawing 3 explains the above manufacture approaches of a semiconductor device focusing on the formation approach of the coolant path 100. First, as shown in drawing 3 (a), the copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation are joined through the junction metal 8. Next, as shown in drawing 3 (b), grinding processing is performed to the top face of the copper substrate 7 for heat dissipation, i.e., the field of the opposite side of the copper substrate 9 for passage formation, and the flatness of the field is

raised. Then, the nitriding aluminum plate 4 which joined the semiconductor chip 1 beforehand is joined to the top face of the copper substrate 7 for heat dissipation which raised flatness by grinding like at drawing 3 (c). In the case of junction, the conductor layer 5 side of nitriding aluminum plate 4 inferior surface of tongue is joined to the top face of the copper substrate 7 for heat dissipation by the low-temperature solder layer 6.

[0027] If it manufactures by such approach, even if the top face of the copper substrate 7 for heat dissipation has deteriorated according to heat deformation of the curvature of the copper substrate 7 for heat dissipation of the copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation in drawing 3 (a) produced on the occasion of junction etc. Since the flatness of the field is raised by drawing 3 (b) and the nitriding aluminum plate 4 will be joined, the unevenness of the solder layer at the time of junction of the nitriding aluminum plate 4 in drawing 3 (c) can be abolished, and uniform junction can be performed. In addition, although the pipe 21 as the anchoring section of a hose is attached in the copper substrate 9 for passage formation before both junction, you may attach here after junction of after both junction or the nitriding aluminum plate 4, and a semiconductor chip 1.

[0028] Next, inverter equipment is explained as an example of the device using the semiconductor device of this operation gestalt. What is necessary is just to use what has the 6 Inn 1 configuration of module which consists of circuits as shown in drawing 4 as a semiconductor chip, in order to consider inverter equipment as the configuration corresponding to all three-phase-circuit parts. In drawing 4, the IGBT chip 31 of high-speed low loss is used as a component for power control. Moreover, diode 32 is connected to each IGBT chip 31.

[0029] Drawing 5 is the block diagram showing an example of inverter equipment which used the above semiconductor devices. In drawing 5, a semiconductor device 42 is built into the inverter box 41, and it has further the electrolytic capacitor 43 for electrical-potential-difference smooth, the controller 45 which transmits a control signal to a semiconductor device 42, and the snubber circuit substrate 44 equipped with the current sensor in the inverter box 41.

[0030] Opening for inclusion of a semiconductor device 42 is prepared in the inverter box 41, and as a semiconductor device 42 is inserted in this opening, it is built into it. Thereby, even if the exterior of the inverter box 41 has little copper substrate 9 for passage formation, the inferior surface of tongue is exposed and hose 22a for supply a of the coolant and hose 22b for discharge are connected to the field of the exposed copper substrate 9 for passage formation. Thus, by [of the copper substrate 9 for passage formation] exposing an inferior surface of tongue at least, the cooling engine performance not only improves further by stripping of the heat from the exposed field to the exterior of the inverter box 41, but it is prevented by connecting hose 22a for supply a of the coolant, and hose 22b for discharge to the field of the exposed copper substrate 9 for passage formation that the coolant begins to leak to the inverter box 41 interior. Even if it can furthermore also expose the junction metal 8 in the boundary part of the copper substrate 7 for heat dissipation, and the copper substrate 9 for passage formation, i.e., drawing 1, to the exterior of a box in addition to the above, and the coolant may leak by degradation of the part of the junction metal 8 according to it, it will be prevented that the coolant trespasses upon the inverter box 41 interior. From the above thing, waking up poor insulation inside inverter equipment is avoided.

[0031] Drawing 6 is drawing explaining the configuration of a fin prepared in the inferior surface of tongue of the copper substrate 7 for heat dissipation. a fin to which fin 7a meets the flow direction of the coolant -- the ** is carried out. Such a configuration of fin 7a can be formed by digging slot 7b along the flow direction of the coolant. On the other hand, as shown in drawing 7, fin 7B of the shape of a cylindrical shape which projects from the inferior surface of tongue of copper substrate 7A for heat dissipation may be adopted. Such a configuration of fin 7B can be formed by joining the rod of the shape for example, of a cylinder to heat dissipation substrate 7A by welding etc. Since the heat transfer area for performing heat exchange by preparing such fin 7a and 7B is expanded, it becomes possible to make it easy to escape to the coolant the heat which was emitted from the semiconductor chip 1 and flowed to the copper substrate 9 for heat dissipation.

[0032] Since the copper substrate 9 for passage formation for forming the coolant path 100 according to these above operation gestalten is used as another object in the copper substrate 7 for heat dissipation, processing in passage tends to carry out it, and since it can perform changing a passage configuration variously easily, it becomes easy [also considering as the

passage configuration according to the cooling engine performance].

[0033] It can be made easy to expand a heating area and to escape heat to the coolant, since fin 7a and 7B are prepared. Therefore, the desired cooling engine performance can be obtained without raising the rate of flow of the coolant, and the corrosion of the copper substrate 7 for heat dissipation or the copper substrate 9 for passage formation can be prevented.

[0034] Moreover, since an inferior surface of tongue is exposed outside even if the exterior of the inverter box 41 has little copper substrate 9 for passage formation While the cooling engine performance of inverter equipment improves, connect hose 22for supply a of the coolant, and hose 22b for discharge to the field of the exposed copper substrate 9 for passage formation, or Since the junction metal 8 between the copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation is exposed to the exterior of a box, it is avoided that it is prevented that the coolant begins to leak to the inverter box 41 interior, and it wakes up poor insulation inside inverter equipment.

[0035] Furthermore, since grinding of the copper substrate 7 top face for heat dissipation is carried out and the nitriding aluminum plate 4 which is an insulating substrate is joined to the field after the grinding after carrying out junction to the copper substrate 7 for heat dissipation, and the copper substrate 9 for passage formation, the unevenness at the time of the nitriding aluminum plate 4 junction by the heat deformation of the copper substrate 7 for heat dissipation and the copper substrate 9 for passage formation produced on the occasion of junction abolishes, and uniform junction can perform.

[0036] Next, drawing 8 and drawing 9 explain the 2nd of this invention, and the 3rd operation gestalt. The 2nd operation gestalt shown in drawing 8 and the 3rd operation gestalt shown in drawing 9 make the coolant which flows a coolant path generate a turbulent flow. The fixed propeller 51 is formed between the copper substrate 7 for heat dissipation, and the copper substrate 9 for passage formation, the cylindrical cylinder-like member 52 is attached in the copper substrate 9 for passage formation, and the coolant which flows the coolant path 102 by this cylindrical member 52 is made to make the coolant which flows the coolant path 101 with this fixed propeller 51 cause a turbulent flow, and to cause a turbulent flow by drawing 9 at drawing 8 .

[0037] The same effectiveness as the 1st operation gestalt is not only acquired, but by making the coolant generate a turbulent flow in the fixed propeller 51 or the cylindrical cylinder-like member 52 like the above 2nd and the 3rd operation gestalt, the heat exchange of the coolant and the copper substrate 7 for heat dissipation prospers, and it becomes possible to improve the cooling engine performance further. The structure of generating the turbulent flow of these drawing 8 and drawing 9 is applicable also in the above-mentioned 1st operation gestalt.

[0038] Next, drawing 10 and drawing 11 explain the 4th and 5th operation gestalten in this invention. The 4th operation gestalt shown in drawing 10 and the 5th operation gestalt shown in drawing 11 make the passage cross section of a coolant path adjustable. However, by drawing 10 and drawing 11 , since it was easy, it simplified as the substrate section 60 and the substrate section 70, and the semiconductor chip, the insulating substrate, etc. were shown, respectively.

[0039] The copper substrate 67 for heat dissipation and the copper substrate 69 for passage formation are connected through the bellows 61 which has flexibility, and the coolant path 103 is constituted from drawing 10 by the copper substrate 67 for heat dissipation, the copper substrate 69 for passage formation, and bellows 61. Moreover, the supporter material 62 which supports the copper substrate 67 for heat dissipation is equipped with the actuator 63 which rotates to the circumference of the shaft on the supporter material 62, and the actuator 63 is carrying out the pressure welding to the copper substrate 69 for passage formation further. And when an actuator 63 rotates, the copper substrate 69 for passage formation can slide in the vertical direction (a **** arrow head shows), i.e., the direction which meets the copper substrate 67 for heat dissipation, and approaches, or keeps away. Bellows 61 expands and contracts with sliding of this copper substrate 69 for passage formation, consequently the passage cross section of the coolant path 103 serves as adjustable.

[0040] According to the 4th operation gestalt of a configuration like drawing 10 , the passage cross-sectional area of the coolant path 103 formed between the copper substrate 67 for heat dissipation and the copper substrate 69 for passage formation can be adjusted and changed with bellows 61 the same effectiveness as the 1st operation gestalt is not only acquired, but, and it can cool by choosing the optimal rate of flow according to the calorific value of a semiconductor

chip.

[0041] Although the physical relationship of the copper substrate 77 for heat dissipation and the copper substrate 79 for passage formation is the same as that of drawing 10 , it considers as the member which carries out the seal of between them to both sliding part, O ring 71 is arranged, and the coolant path 104 is constituted from drawing 11 by the copper substrate 77 for heat dissipation, and the copper substrate 79 for passage formation. Moreover, the supporter material 72 is equipped with an actuator 73 like drawing 10 , and the actuator 73 is carrying out the pressure welding to the copper substrate 79 for passage formation further. And by rotation of an actuator 73, where the seal of between the copper substrate 77 for heat dissipation and the copper substrates 79 for passage formation is carried out with O ring 71, the copper substrate 79 for passage formation can slide in the vertical direction (a **** arrow head shows), i.e., the direction which meets the copper substrate 77 for heat dissipation, and approaches, or keeps away. Consequently, the passage cross section of the coolant path 104 serves as adjustable, and the same effectiveness as the 4th operation gestalt is acquired.

[0042] In addition, in the gestalt of each above-mentioned operation, although the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation were made into copper, the good metal of heat-conducting characteristic other than this may be used.

[0043]

[Effect of the Invention] Since the substrate for passage formation for forming a coolant path is used as the substrate for heat dissipation, and another object according to the semiconductor device of this invention, it is easy to carry out processing in passage, and the passage configuration according to the cooling engine performance can also be realized easily.

[0044] Moreover, it can be made easy to expand a heating area and to escape heat to the coolant, since a fin is prepared.

[0045] Moreover, since the coolant is made to generate a turbulent flow, prosperous [of the heat exchange of the coolant and the copper substrate for heat dissipation] can be carried out, and the cooling engine performance can be improved further.

[0046] Moreover, since the passage cross section of the coolant path formed between the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation is made adjustable by the flexible connection member, or a seal member is prepared between the substrate for heat dissipation, and the substrate for passage formation, and is slid on it and the passage cross section of a coolant path is made adjustable, it can cool by choosing the optimal rate of flow according to the calorific value of a semiconductor chip.

[0047] Moreover, since the feed hopper and exhaust port of the coolant are prepared in the external surface of the substrate for passage formation or the boundary part of the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation is exposed to the exterior of a box while the cooling engine performance of inverter equipment improves according to the inverter equipment of this invention, since that of the substrate for passage formation is exposed to the exterior of a box, the leakage of the coolant is prevented and the poor insulation inside inverter equipment can be avoided.

[0048] Furthermore, since according to the manufacture approach of the semiconductor device of this invention the substrate for passage formation of the substrate for heat dissipation carries out grinding of the field of the opposite side and an insulating substrate is joined to the field after the grinding after joining the substrate for heat dissipation, and the substrate for passage formation, the unevenness at the time of the insulating-substrate junction by the heat deformation produced on the occasion of junction to the substrate for heat dissipation and the substrate for passage formation can be abolished, and uniform junction can be performed.

[0049] As mentioned above, according to this invention, cooling effectiveness is high and the compact semiconductor device excellent in handling nature can be offered.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the semiconductor device by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] Drawing 2 is the sectional view seen from [of drawing 1] II-II.

[Drawing 3] It is drawing which explains the manufacture approach of a semiconductor device like drawing 1 focusing on the formation approach of a coolant path, and drawing showing the situation that (a) joins the copper substrate for heat dissipation and the copper substrate for passage formation, drawing showing the situation that (b) performs grinding processing to the top face of the copper substrate for heat dissipation, and (c) are drawings showing the situation which joins the nitriding aluminum plate which joined a semiconductor chip beforehand to the top face of the copper substrate for heat dissipation.

[Drawing 4] It is drawing showing the circuitry of 6 Inn 1 module which is an example of the circuitry of the semiconductor chip of drawing 1 .

[Drawing 5] It is the block diagram showing the inverter equipment which is an example of the device using a semiconductor device like drawing 1 .

[Drawing 6] a fin to which it is drawing showing the configuration of a fin prepared in the inferior surface of tongue of the copper substrate for heat dissipation, and (a) meets the flow direction of the coolant -- the top view of the fin of a ** and (b) are the sectional views seen from [of (a)] B-B.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of a fin prepared in the inferior surface of tongue of the copper substrate for heat dissipation, and the top view of the cylindrical shape-like fin with which (a) projects from the inferior surface of tongue of the copper substrate for heat dissipation, and (b) are the sectional views seen from [of (a)] B-B.

[Drawing 8] It is drawing explaining the semiconductor device by 2 operation gestalten of ** of this invention, and is drawing showing the configuration which makes the coolant cause a turbulent flow with a fixed propeller.

[Drawing 9] It is drawing explaining the semiconductor device by 3 operation gestalten of ** of this invention, and is drawing showing the configuration which makes the coolant cause a turbulent flow by the cylindrical cylinder-like member.

[Drawing 10] It is drawing explaining the semiconductor device by 4 operation gestalten of ** of this invention, and is drawing showing the configuration which makes the passage cross section adjustable with the bellows which has flexibility.

[Drawing 11] It is drawing explaining the semiconductor device by 5 operation gestalten of ** of this invention, and is drawing showing the configuration which arranges an O ring into the sliding parts of the copper substrate for heat dissipation, and the copper substrate for passage formation, and makes the passage cross section adjustable.

[Drawing 12] It is drawing showing an example of the semiconductor device which adopted the cooling system of the conventional water cooling type.

[Drawing 13] It is drawing showing other examples of the semiconductor device which adopted the cooling system of the conventional water cooling type.

[Description of Notations]

1 Semiconductor Chip

2 Elevated-Temperature Solder Layer

3 Conductor Layer

JP,09-307040,A [DESCRIPTION OF DRAWINGS]

4 Nitriding Aluminum Plate (Insulating Substrate)
5 Conductor Layer
6 Low-temperature Solder Layer
7 Copper Substrate for Heat Dissipation
7a Fin
7b Slot
7A Heat dissipation substrate
7B Fin
8 Junction Metal
9 Copper Substrate for Passage Formation
10 Resin Case
11 Silicon Gel
12 Aluminum Wire
13 Leadframe
14 External Connection Terminal
20 Entrance of Coolant
21 Pipe
22a The hose for coolant supply
22b The hose for coolant discharge
31 IGBT Chip
32 Diode
41 Inverter Box
42 Semiconductor Device
43 Electrolytic Capacitor
44 Snubber Circuit Substrate
45 Controller
51 Fixed Propeller
52 Cylindrical Cylinder-like Member
61 Bellows
62 Supporter Material
63 Actuator
67 Copper Substrate for Heat Dissipation
69 Copper Substrate for Passage Formation
71 O Ring
72 Supporter Material
73 Actuator
77 Copper Substrate for Heat Dissipation
79 Copper Substrate for Passage Formation
100 101,102,103,104 Coolant path

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

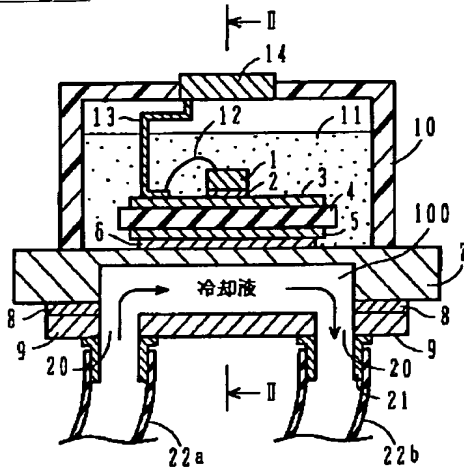
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.***** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

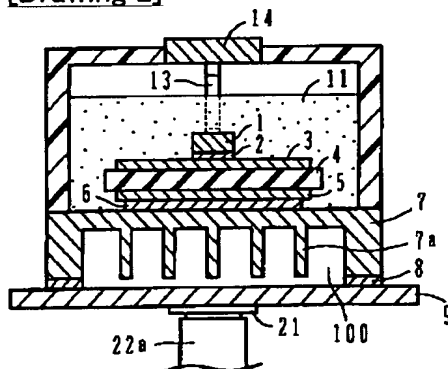
DRAWINGS

[Drawing 1]



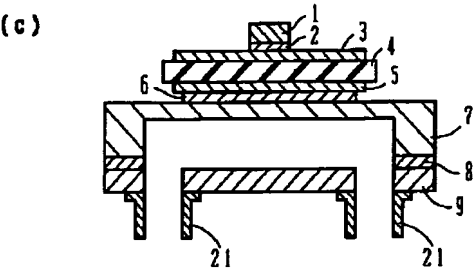
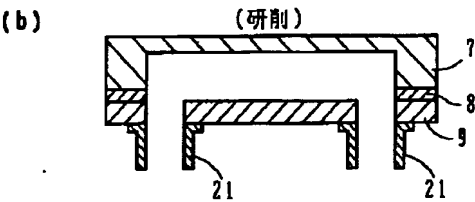
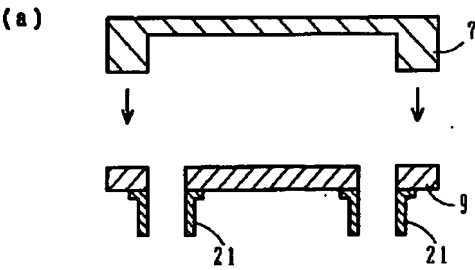
- | | |
|------------------|-----------------|
| 1: 半導体チップ | 11: シリコンゲル |
| 2: 高温半田層 | 12: アルミニウムワイヤ |
| 3: 導電体層 | 13: リードフレーム |
| 4: 窒化アルミ板 (絶縁基板) | 14: 外部接続端子 |
| 5: 導電体層 | 20: (冷却液の) 出入口 |
| 6: 低温半田層 | 21: パイプ |
| 7: 放熱用銅基板 | 22a: 冷却液供給用のホース |
| 8: 接合金属 | 22b: 冷却液排出用のホース |
| 9: 流路形成用銅基板 | 100: 冷却液通路 |
| 10: 樹脂ケース | |

[Drawing 2]

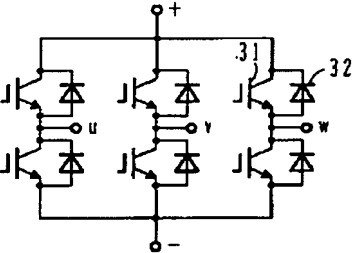


7a: フィン

[Drawing 3]

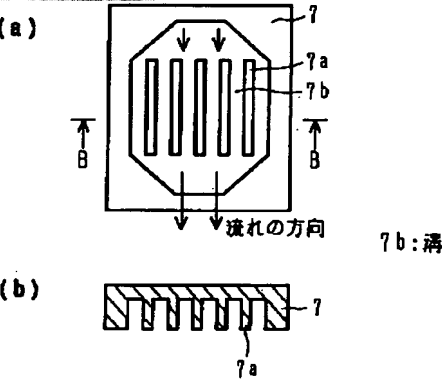


[Drawing 4]

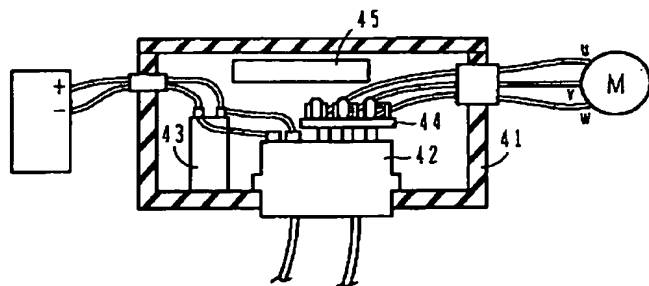


31: IGBTチップ
32: ダイオード

[Drawing 6]

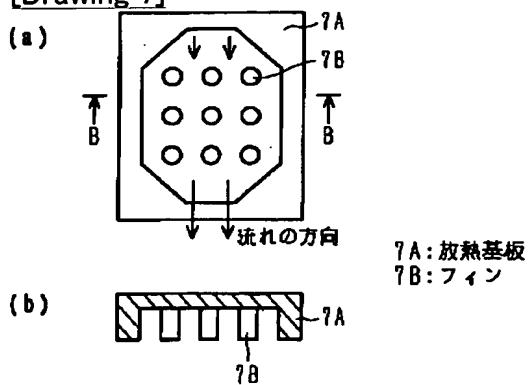


[Drawing 5]

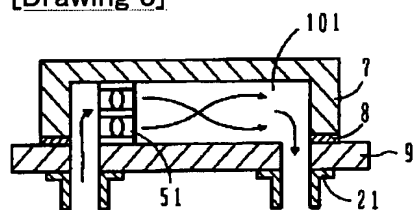


41:インバータボックス
42:半導体装置
43:電解コンデンサ
44:スナバ回路基板
45:コントローラ

[Drawing 7]

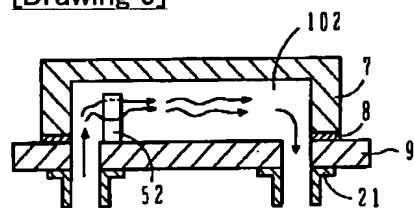


[Drawing 8]



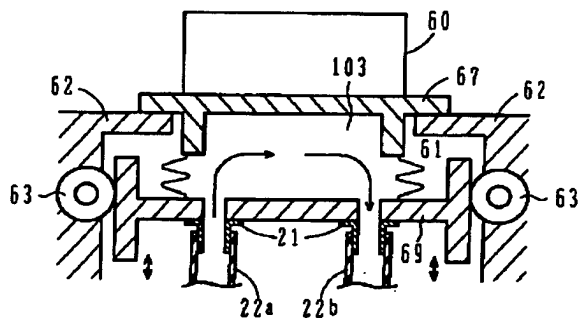
51:固定式プロペラ
101:冷却液通路

[Drawing 9]



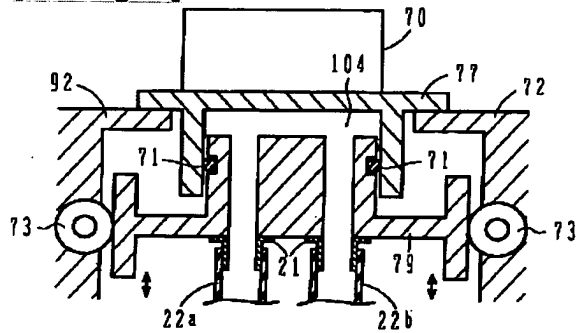
52:(円柱状の)棒状部材
102:冷却液通路

[Drawing 10]



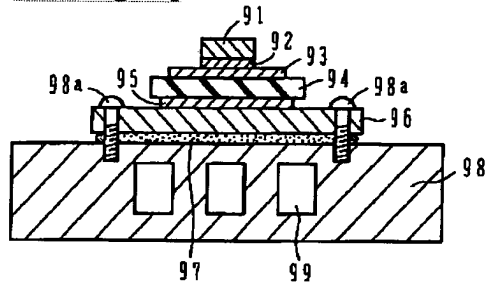
- | | |
|-------------|--------------|
| 61: ベローズ | 67: 放熱用銅基板 |
| 62: 支持部材 | 69: 流路形成用銅基板 |
| 63: アクチュエータ | 103: 冷却液通路 |

[Drawing 11]

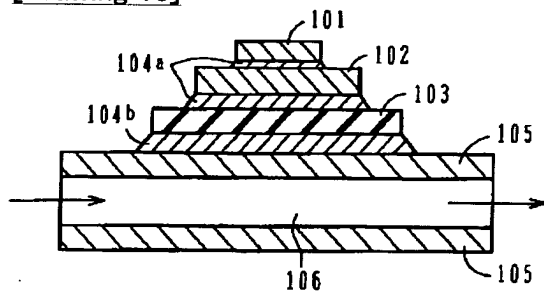


- | | |
|-------------|--------------|
| 71: Oリング | 77: 放熱用銅基板 |
| 72: 支持部材 | 79: 流路形成用銅基板 |
| 73: アクチュエータ | 104: 冷却液通路 |

[Drawing 12]



[Drawing 13]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-307040

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 L 23/473

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 23/46

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-120541

(22) 出願日 平成8年(1996)5月15日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 八幡 光一

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72) 発明者 山村 博久

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内

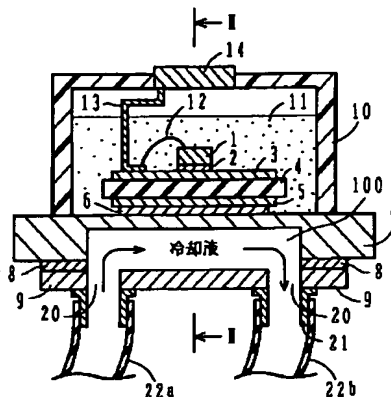
(74) 代理人 弁理士 春日 譲

(54) 【発明の名称】 半導体装置、インバータ装置、および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】半導体素子から発生する熱を冷却液により逃がすに際し、冷却液の流速を上げることなく所望の冷却性能を達成することができ、電気絶縁性に優れた半導体装置、その製造方法、インバータ装置を提供する。

【解決手段】絶縁基板としての窒化アルミ板4の両面に導電体層3、5が形成され、窒化アルミ板4の導電体層3側には高温半田層2を介して半導体チップ1が、窒化アルミ板4の導電体層5側には低温半田層6を介して放熱用銅基板7が接合されている。放熱用銅基板7にはひれ状のフィン7aが設けられ、放熱用銅基板7の下部にはその放熱用銅基板7とは別体の流路形成用銅基板9が接合金属8によって接合され、放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9とによって冷却液通路100が形成されている。



1: 半導体チップ
2: 高温半田層
3: 導電体層
4: 窒化アルミ板 (絶縁基板)
5: 導電体層
6: 低温半田層
7: 放熱用銅基板
8: 接合金属
9: 流路形成用銅基板
10: 樹脂ケース

11: シリコンゲル
12: アルミニウムワイヤ
13: リードフレーム
14: 外部接続端子
20: (冷却液の) 出入口
21: パイプ
22a: 冷却液供給用のホース
22b: 冷却液排出用のホース
100: 冷却液通路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転時の通電により発熱を伴う半導体チップと、前記半導体チップを載置すると共にその半導体チップを他の導電部分から絶縁する絶縁基板と、前記絶縁基板を載置し前記半導体チップより発せられる熱を前記半導体チップの反対側へ逃がす放熱用基板とを有する半導体装置において、

前記放熱用基板に、その放熱用基板とは別体の流路形成用基板を取り付け、前記放熱用基板と前記流路形成用基板との間に冷却液通路を形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置において、前記絶縁基板の両面にさらに導電体層を配置したことを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1記載の半導体装置において、前記放熱用基板と前記流路形成用基板とは半田により接合されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 請求項1記載の半導体装置において、前記放熱用基板と前記流路形成用基板とは溶接により接合されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 請求項1記載の半導体装置において、前記放熱用基板は前記半導体チップの反対側の面に放熱促進用のフィンを備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】 請求項5記載の半導体装置において、前記フィンの形状は前記冷却液の流れに沿ったひれ状であることを特徴とする半導体装置。

【請求項7】 請求項5記載の半導体装置において、前記フィンの形状は前記放熱用基板の片面から突出する円柱形状であることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】 請求項1記載の半導体装置において、前記流路形成用基板は、前記冷却液通路への冷却液の供給を行う供給管路の取付け部、および前記冷却液通路からの冷却液の排出を行う排出管路の取付け部を具備することを特徴とする半導体装置。

【請求項9】 請求項1記載の半導体装置において、前記冷却液通路に、冷却液に乱流をおこす乱流発生手段を具備することを特徴とする半導体装置。

【請求項10】 請求項9記載の半導体装置において、前記乱流発生手段は乱流発生用のプロペラ装置であることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】 請求項9記載の半導体装置において、前記乱流発生手段は乱流発生用の棒状部材であることを特徴とする半導体装置。

【請求項12】 請求項1記載の半導体装置において、前記放熱用基板と前記流路形成用基板とは可撓性接続部材により接続され、前記放熱用基板と前記流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積は前記可撓性接続部材によって可変であることを特徴とする半導体装置。

【請求項13】 請求項1記載の半導体装置において、

前記流路形成用基板は前記放熱用基板の方向に摺動可能に配置されており、前記放熱用基板と前記流路形成用基板との間にはシール部材が備えられ、前記放熱用基板と前記流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積は前記流路形成用基板の摺動によって可変であることを特徴とする半導体装置。

【請求項14】 ボックス内に電流変換用の半導体装置を組み込み、入力された電流を所望の電圧および周波数の交流電流に変換するインバータ装置において、前記半導体装置を請求項1から13のうちいずれか1項記載の半導体装置とし、かつ前記半導体装置の流路形成用基板の外面を前記ボックスの外部に露出させたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項15】 請求項14記載のインバータ装置において、前記ボックスの外部に露出させた前記流路形成用基板の外面に前記冷却液の供給口および排出口を設けたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項16】 請求項14記載のインバータ装置において、さらに前記放熱用基板と前記流路形成用基板との境界部分を前記ボックスの外部に露出させたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項17】 運転時の通電により発熱を伴う半導体チップを絶縁基板上に載置し、前記半導体チップからの熱を逃がす放熱用基板に前記絶縁基板を載置する半導体装置の製造方法において、

前記放熱用基板にその放熱用基板とは別体の流路形成用基板を取り付ける第1の工程と、前記第1の工程の後に、前記放熱用基板の前記流路形成用基板とは反対側の面を研削して平面度を向上させる第2の工程と、前記第2の工程の後に、研削した前記放熱用基板の面に前記絶縁基板を接合する第3の工程とを備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、運転時の通電により発熱を伴う半導体チップを備えた半導体装置に係わり、特に半導体チップから発せられる熱を逃がす構成を備えた半導体装置、およびその半導体装置を備えたインバータ装置、さらにその半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体チップは、運転時の通電により発熱を伴うことが多く、そのような半導体チップを備えた半導体装置には発生した熱を逃がす構造が必要となる。従来の半導体装置では、半導体装置本体を良熱伝導性のグリスを介してヒートシンクに載せ、このヒートシンクにより、半導体チップから発生する熱を逃がしていた。ヒートシンクから熱を逃がす方式としては、ヒートシンクを外気にさらすことによる空冷式と、ヒートシンクに設けた中空部分に冷却液を流す水冷式（液冷式）があっ

た。

【0003】上記のうち水冷式の冷却方式について図12により説明する。図12に示すように、配線パターンを有する導電体層93を施した絶縁基板94に、高温半田層92を介して半導体チップ91が接合されており、半導体チップ91を載せた絶縁基板94は低温半田層95を介して放熱用銅基板96が接合されており、さらに放熱用銅基板96はグリス97を介して主にアルミニウムで製作されたヒートシンク98にネジ98aによりネジ止めされている。そして、ヒートシンク98に設けた冷却流路に冷却液を流すことにより、半導体チップ91から発生する熱を逃がす。

【0004】図12の場合には、放熱用銅基板96とヒートシンク98の間の熱伝導を促進するためにグリス97としては熱伝導性のすぐれたものが用いられるが、グリス97が均一に塗られていなかったり、放熱用銅基板96とヒートシンク98の平面度が悪いとグリス97による熱抵抗が増加し、放熱むらができる。また、図示は省略したが、空冷式の場合には、空気とヒートシンクとの間の熱伝導率が小さいため、ヒートシンクの伝熱面積を増やすために非常に大きなフィン設けなければならず、構造的にコンパクト化が難しく、取り扱い性もよくない。

【0005】また、特開平6-204370号公報に記載の従来技術では、絶縁基板とヒートシンクとを半田層によって接合する水冷式の半導体装置が示されている。即ち、図13に示すように、半導体チップ101と導電体層102と絶縁基板103を半田層104aを介して接合し、さらに絶縁基板103を冷却液流路106を設けたアルミニウム製のヒートシンク105に半田層104bによって接合している。そして、ヒートシンクの中空部分に冷却液を流し半導体チップの冷却を行う方法をとっている。この場合には、上記図12の方式のように放熱むらができることがなく、またヒートシンク105はアルミニウム製の板に孔を開けてそれを冷却液流路106とするため上述の空冷式と異なってコンパクトな構造にすることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記述べたように、図12の場合には、グリス97が均一に塗られていなかったり、放熱用銅基板96とヒートシンク98の平面度が悪いとグリス97による熱抵抗が増加し、放熱むらができ、所定の冷却性能が得られなくなる可能性がある。また、空冷式の場合には水冷式に比べてコンパクト化が難しく、取り扱い性もよくない。

【0007】図13に示す構造を有する特開平6-204370号公報に記載の冷却方式では、図12の方式や空冷式のような不具合はないが、ヒートシンク105に設けられる冷却液流路106が主に孔開け加工などによって設けられるため、冷却液流路106の壁面表面積が

限られる。従って、半導体チップ101からの伝熱を促進させるためには冷却液の流速を上げなければならず、そのために必要な冷却液用ポンプの動力性能を上げなければならず、所定の冷却性能を保つことができなくなる可能性がある。また、冷却液の流速を上げればヒートシンク105の材料（アルミニウムなど）の腐食を早めることになり、それがもとで装置自体の電気絶縁性が低下する恐れがある。

【0008】本発明の目的は、半導体素子から発生する熱を冷却液により逃がすに際し、冷却液の流速を上げることなく所望の冷却性能を達成することができ、電気絶縁性に優れた半導体装置、およびその半導体装置を備えたインバータ装置、さらにその半導体装置の製造方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明によれば、運転時の通電により発熱を伴う半導体チップと、この半導体チップを載置すると共にその半導体チップを他の導電部分から絶縁する絶縁基板と、この絶縁基板を載置し前記半導体チップより発せられる熱を半導体チップの反対側へ逃がす放熱用基板とを有する半導体装置において、前記放熱用基板にその放熱用基板とは別体の流路形成用基板を取り付け、上記放熱用基板と流路形成用基板との間に冷却液通路を形成したことを特徴とする半導体装置が提供される。

【0010】上記のように構成した本発明においては、冷却液通路を形成するための流路形成用基板を放熱用基板とは別体とするため、板状のヒートシンクに孔を開ける場合と異なって流路内の加工がし易く、流路形状を様々に変えることが容易にできるため、冷却性能に応じた流路形状とすることも容易となる。さらに、本発明は空冷式でなく液冷式を採用するため、コンパクト化を図ることも可能である。

【0011】また、本発明では、上記絶縁基板の両面にさらに導電体層を配置することが好ましい。この導電体層は例えば銅などが用いられ、配線パターンを兼ねることができ、例えばハンダ付け等による接合時に接合が行い易い。また、絶縁基板の両面で熱膨脹率を均一化することにより、半導体チップ、絶縁基板、および放熱用基板の熱膨脹率の違いによる反り等の変形を防止することが可能となる。

【0012】また、好ましくは、放熱用基板と流路形成用基板とを半田或いは溶接により接合する。半田や溶接金属は熱抵抗が小さく熱が伝わり易いため、半導体チップからの熱を逃がし易い。

【0013】また、好ましくは、放熱用基板が半導体チップの反対側の面に放熱促進用のフィンを備える。このフィンの形状としては冷却液の流れに沿ったひれ状としたり、放熱用基板の片面から突出する円柱形状とすることがさらに好ましい。このように構成すれば、フィンに

10

20

30

40

50

よって熱交換を行うための伝熱面積が拡大するため、半導体チップから発せられ絶縁基板を通して放熱用基板へと流れた熱は、放熱用基板に設けられたフィンを通して冷却液に逃げ易くなる。

【0014】また、本発明において好ましくは、流路形成用基板に、冷却液通路への冷却液の供給を行う供給管路の取付け部、および冷却液通路からの冷却液の排出を行う排出管路の取付け部を具備する。上記冷却液を供給する供給管路や冷却液を排出する排出管路は、例えばホースなどであり、上記取付け部（例えばパイプ等）によ

って供給管路や排出管路の取り付けが容易となる。

【0015】さらに、上記冷却液通路に、冷却液に乱流をおこす乱流発生手段を具備してもよい。この乱流発生手段としては乱流発生用のプロペラ装置、または乱流発生用の棒状部材であることが望ましい。冷却液に乱流を発生させることにより、冷却液と放熱用基板との熱交換が盛んになり、さらに冷却性能を向上することが可能となる。

【0016】また、本発明の半導体装置においては、放熱用基板と流路形成用基板とを可撓性接続部材により接続し、上記放熱用基板と流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積を上記可撓性接続部材によって可変とすることが好ましい。可撓性接続部材としては、例えばベローズとすることができる。この可撓性接続部材によって放熱用基板と流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積を調整、変更することが可能となり、半導体チップの発熱量に応じた最適な流速を選択し冷却を行うことができる。可撓性接続部材は、流路形成用基板を放熱用基板と別体にしたために取り付け可能となったものである。

【0017】また、流路形成用基板を放熱用基板の方向に摺動可能に配置し、上記放熱用基板と流路形成用基板との間にシール部材を設け、前記放熱用基板と流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積を上記流路形成用基板の摺動によって可変とすることが好ましい。上記シール部材としては、例えば放熱用基板と流路形成用基板との間に介在するリングとすることができる。これにより、上記可撓性接続部材で放熱用基板と流路形成用基板とを接続した場合と同様に、半導体チップの発熱量に応じた最適な流速を選択し冷却を行うことができる。このシール部材は、流路形成用基板を放熱用基板と別体にしたために取り付け可能となったものである。

【0018】また、本発明によれば、ボックス内に電流変換用の半導体装置を組み込み、入力された電流を所望の電圧および周波数の交流電流に変換するインバータ装置において、組み込まれる半導体装置を前述のような半導体装置とし、かつその半導体装置の流路形成用基板の外表面を前記ボックスの外表面に露出させたことを特徴とするインバータ装置が提供される。

【0019】このような構成によれば、インバータ装置のボックス外部に露出させた流路形成用基板の外表面からの熱の放散によってさらに冷却性能が向上すると共に、その流路形成用基板の外表面に冷却液の供給口および排出口を設けることができ、ボックス内部に冷却液が漏れ出すことが防止される。従って、インバータ装置内部で絶縁不良を起こすことが避けられる。

【0020】さらに上記に加えて放熱用基板と流路形成用基板との境界部分をボックスの外表面に露出させれば、たとえその境界部分から冷却液が漏れるようなことがあっても、ボックス内部に冷却液が侵入することが防止され、インバータ装置内部で絶縁不良を起こすことが避けられる。

【0021】さらに本発明によれば、運転時の通電により発熱を伴う半導体チップを絶縁基板上に載置し、前記半導体チップからの熱を逃がす放熱用基板上に前記絶縁基板を載置する半導体装置の製造方法において、前記放熱用基板にその放熱用基板とは別体の流路形成用基板を取り付ける第1の工程と、その第1の工程の後に、前記放熱用基板の流路形成用基板とは反対側の面を研削して平面度を向上させる第2の工程と、その第2の工程の後に、研削した放熱用基板の面に前記絶縁基板を接合する工程とを備えることを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

【0022】これにより、放熱用基板と流路形成用基板を接合した際に生じた放熱用基板の反り等の熱変形によって放熱用基板の面が劣化していても、その面の平面度を向上させてから絶縁基板を接合することになるため、絶縁基板の接合時のむらをなくし均一な接合を行うことが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施形態について、図1から図7を参照しながら説明する。図1は本実施形態の半導体装置を示す断面図であり、図2は図1のII-II方向から見た断面図である。図1および図2に示す半導体装置42は、絶縁基板としての窒化アルミ基板4、窒化アルミ基板4の両面に形成された銅製の導電体層3および導電体層5、窒化アルミ基板4の導電体層3側に高温半田層2を介して接合された半導体チップ1を備え、窒化アルミ基板4の導電体層5側は低温半田層6を介して放熱用銅基板7に接合されている。導電体層3や導電体層5は配線パターンを兼ねることが可能で、高温半田層2や低温半田層6による接合を行い易くしており、また窒化アルミ基板4の両面で熱膨脹率を均一化し、各部材の熱膨脹率の違いによる反り等の変形を防止している。放熱用銅基板7の下面（半導体チップ1や窒化アルミ基板4の反対側）には伝熱面積を増やすためのひれ状のフィン7aが設けられ、放熱用銅基板7の下部には、その放熱用銅基板7とは別体の流路形成用銅基板9が接合金属8によって接合されている。上記放熱用銅基板7と

流路形成用銅基板9との間の中空部分が冷却液通路100を構成する。放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9の形状を適切に選定することにより、冷却液通路100の流路断面積を、所望の冷却性能に応じて設定することが可能である。接合金属8としては、例えば半田を使用することができるが、通常の溶接により放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9とを接合してもよい。

【0024】放熱用銅基板7より上の窒化アルミ板4および半導体チップ1を含む部分は外部との絶縁を保つため樹脂ケース10によりケーシングされており、その内部はシリコンゲル11により絶縁保護されている。また、半導体チップ1の端子はアルミニウムワイヤ12でリードフレーム13と接続され、リードフレーム13は外部接続用端子14と接続されている。

【0025】流路形成用銅基板9の下面には冷却液の出入口20が設けられ、その出入口には取付け部としてのパイプ21が溶接されている。そして、パイプ21には冷却液供給用のホース22aおよび冷却液排出用のホース22bが取り付けられている。

【0026】次に、上記のような半導体装置の製造方法を、冷却液通路100の形成方法を中心に図3により説明する。まず、図3(a)に示すように、放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9とを接合金属8を介して接合する。次に、図3(b)に示すように、放熱用銅基板7の上面、即ち流路形成用銅基板9の反対側の面に研削処理を施し、その面の平面度を向上させる。その後、図3(c)のように、予め半導体チップ1を接合しておいた窒化アルミ板4を研削により平面度を向上させた放熱用銅基板7の上面に接合する。接合の際には、窒化アルミ板4下面の導電層5側を低温半田層6によって放熱用銅基板7の上面に接合する。

【0027】このような方法で製造すれば、図3(a)における放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9との接合の際に生じた放熱用銅基板7の反り等の熱変形によって放熱用銅基板7の上面が劣化していても、図3(b)でその面の平面度を向上させてから窒化アルミ板4を接合することになるため、図3(c)における窒化アルミ板4の接合時の半田層のむらをなくし均一な接合を行うことができる。なお、ここでは両者の接合前に、ホースの取付け部としてのパイプ21を流路形成用銅基板9に取り付けているが、両者の接合後または窒化アルミ板4および半導体チップ1の接合後に取り付けてもよい。

【0028】次に、本実施形態の半導体装置を用いた機器の一例として、インバータ装置について説明する。インバータ装置を3相分全てに対応する構成とするためには、半導体チップとして図4に示すような回路で構成される6イン1モジュール構成を有するものを用いればよい。図4においては、電力制御用素子として高速低損失のIGBTチップ31を用いている。また、それぞれのIGBTチップ31に対してはダイオード32が接続さ

れている。

【0029】図5は、上記のような半導体装置を用いたインバータ装置の一例を示す構成図である。図5において、半導体装置42はインバータボックス41に組み込まれ、さらにインバータボックス41内には電圧平滑用の電解コンデンサ43、半導体装置42に制御信号を送信するコントローラ45、電流センサを備えたスナバ回路基板44が備えられている。

【0030】インバータボックス41には半導体装置42の組み込み用の開口部が設けられており、半導体装置42はこの開口部に嵌め込むようにして組み込まれている。これにより、インバータボックス41の外部に流路形成用銅基板9の少なくとも下面が露出しており、その露出した流路形成用銅基板9の面に冷却液の供給用ホース22aおよび排出用ホース22bが接続されている。このようにインバータボックス41の外部に流路形成用銅基板9の少なくとも下面を露出させることにより、その露出した面からの熱の放散によってさらに冷却性能が向上するだけでなく、その露出した流路形成用銅基板9の面に冷却液の供給用ホース22aおよび排出用ホース22bを接続することにより、インバータボックス41内部に冷却液が漏れ出すことが防止される。さらに上記に加えて放熱用銅基板7と流路形成用銅基板9との境界部分、即ち図1における接合金属8をボックスの外部に露出させることもでき、それによれば、たとえその接合金属8の部分の劣化によって冷却液が漏れるようなことがあっても、インバータボックス41内部に冷却液が侵入することが防止される。以上のことから、インバータ装置内部で絶縁不良を起こすことが避けられる。

【0031】図6は放熱用銅基板7の下面に設けられるフィン7aの形状について説明する図である。フィン7aは冷却液の流れの方向に沿うようなひれ状をしている。このようなフィン7aの形状は、例えば冷却液の流れの方向に沿って溝7bを掘ることにより形成することができる。これに対し、図7に示すように、放熱用銅基板7Aの下面から突出する円柱形状のフィン7Bを採用してもよい。このようなフィン7Bの形状は、例えば円柱状の棒を放熱基板7Aに溶接等で接合することにより、形成することができる。このようなフィン7aや7Bを設けることにより、熱交換を行うための伝熱面積が拡大するため、半導体チップ1から発せられ放熱用銅基板9へと流れた熱を冷却液に逃げ易くすることが可能となる。

【0032】以上のような本実施形態によれば、冷却液通路100を形成するための流路形成用銅基板9を放熱用銅基板7とは別体とするので、流路内の加工がし易く、流路形状を様々に変えることが容易にできるため、冷却性能に応じた流路形状とすることも容易となる。

【0033】フィン7aや7Bを設けるので、伝熱面積が拡大し、熱を冷却液に逃げ易くすることができる。従って、冷却液の流速を上げずに所望の冷却性能を得るこ

とができ、放熱用銅基板 7 や流路形成用銅基板 9 の腐食を防ぐことができる。

【0034】また、インバータボックス 41 の外部に流路形成用銅基板 9 の少なくとも下面を露出させるので、インバータ装置の冷却性能が向上すると共に、露出した流路形成用銅基板 9 の面に冷却液の供給用ホース 22a および排出用ホース 22b を接続したり、放熱用銅基板 7 と流路形成用銅基板 9 との間の接合金属 8 をボックスの外部に露出させるので、インバータボックス 41 内部に冷却液が漏れ出すことが防止され、インバータ装置内部で絶縁不良を起こすことが避けられる。

【0035】さらに、放熱用銅基板 7 と流路形成用銅基板 9 との接合をしてから放熱用銅基板 7 上面を研削し、絶縁基板である窒化アルミ板 4 をその研削後の面に接合するので、放熱用銅基板 7 と流路形成用銅基板 9 との接合の際に生じた熱変形による窒化アルミ板 4 接合時のむらをなくし均一な接合を行うことができる。

【0036】次に、本発明の第 2 および第 3 の実施形態について、図 8 および図 9 により説明する。図 8 に示す第 2 の実施形態、および図 9 に示す第 3 の実施形態は、冷却液通路を流れる冷却液に乱流を発生させるものである。図 8 では、放熱用銅基板 7 と流路形成用銅基板 9 の間に固定式プロベラ 51 を設けており、この固定式プロベラ 51 によって冷却液通路 101 を流れる冷却液に乱流を起こさせており、図 9 では、流路形成用銅基板 9 に円柱状の棒状部材 52 を取り付け、この棒状部材 52 によって冷却液通路 102 を流れる冷却液に乱流を起こさせている。

【0037】上記第 2 および第 3 の実施形態のように固定式プロベラ 51 や円柱状の棒状部材 52 で冷却液に乱流を発生させることにより、第 1 の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、冷却液と放熱用銅基板 7 との熱交換が盛んになり、さらに冷却性能を向上することが可能となる。これら図 8 および図 9 の乱流を発生させる構造は前述の第 1 実施形態においても適用可能である。

【0038】次に、本発明における第 4 および第 5 の実施形態について、図 10 および図 11 により説明する。図 10 に示す第 4 の実施形態、および図 11 に示す第 5 の実施形態は、冷却液通路の流路断面積を可変としたものである。但し、図 10 および図 11 では、簡単のため、半導体チップや絶縁基板などはそれぞれ基板部 60、基板部 70 として簡略化して示した。

【0039】図 10 では、放熱用銅基板 67 と流路形成用銅基板 69 は可撓性を有するベローズ 61 を介して接続されており、放熱用銅基板 67、流路形成用銅基板 69、およびベローズ 61 によって冷却液通路 103 が構成されている。また、放熱用銅基板 67 を支持する支持部材 62 には支持部材 62 上の軸まわりに回転するアクチュエータ 63 が備えられ、さらにアクチュエータ 63 が流路形成用銅基板 69 に圧接している。そして、アク

チュエータ 63 が回転することにより、流路形成用銅基板 69 は上下方向、即ち放熱用銅基板 67 に対面して近づいたり遠ざかったりする方向（図 10 矢印で示す）に摺動可能となっている。この流路形成用銅基板 69 の摺動に伴ってベローズ 61 が伸縮し、その結果、冷却液通路 103 の流路断面積が可変となっている。

【0040】図 10 のような構成の第 4 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、放熱用銅基板 67 と流路形成用銅基板 69 との間に形成される冷却液通路 103 の流路断面積をベローズ 61 によって調整、変更することができ、半導体チップの発熱量に応じた最適な流速を選択し冷却を行うことができる。

【0041】図 11 では、放熱用銅基板 77 と流路形成用銅基板 79 の位置関係は図 10 と同様であるが、両者の摺動部分にはそれらの間をシールする部材としてリング 71 が配置されており、放熱用銅基板 77 と流路形成用銅基板 79 とによって冷却液通路 104 が構成されている。また、図 10 と同様に支持部材 72 にアクチュエータ 73 が備えられ、さらにアクチュエータ 73 が流路形成用銅基板 79 に圧接している。そして、アクチュエータ 73 の回転により、リング 71 によって放熱用銅基板 77 と流路形成用銅基板 79 の間がシールされた状態で、流路形成用銅基板 79 は上下方向、即ち放熱用銅基板 77 に対面して近づいたり遠ざかったりする方向（図 11 矢印で示す）に摺動可能となっている。その結果、冷却液通路 104 の流路断面積が可変となり、第 4 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0042】なお、上記の各実施の形態においては、放熱用基板および流路形成用基板を銅製としたが、これ以外の伝熱性のよい金属を用いてもよい。

【0043】

【発明の効果】本発明の半導体装置によれば、冷却液通路を形成するための流路形成用基板を放熱用基板と別体にするので、流路内の加工がし易く、冷却性能に応じた流路形状も容易に実現できる。

【0044】また、フィンを設けるので、伝熱面積が拡大し、熱を冷却液に逃げ易くすることができる。

【0045】また、冷却液に乱流を発生させるので、冷却液と放熱用銅基板との熱交換を盛んしてさらに冷却性能を向上することができる。

【0046】また、放熱用基板と流路形成用基板との間に形成される冷却液通路の流路断面積を可撓性接続部材で可変としたり、放熱用基板と流路形成用基板との間にシール部材を設けて摺動させ冷却液通路の流路断面積を可変とするので、半導体チップの発熱量に応じた最適な流速を選択し冷却を行うことができる。

【0047】また、本発明のインバータ装置によれば、ボックスの外部に流路形成用基板のを露出させるのでインバータ装置の冷却性能が向上すると共に、その流路形

成用基板の外面に冷却液の供給口および排出口を設けたり、放熱用基板と流路形成用基板との境界部分をボックスの外部に露出させるので、冷却液の漏れを防止してインバータ装置内部での絶縁不良を回避できる。

【0048】さらに、本発明の半導体装置の製造方法によれば、放熱用基板と流路形成用基板とを接合してから放熱用基板の流路形成用基板とは反対側の面を研削し、絶縁基板をその研削後の面に接合するので、放熱用基板と流路形成用基板との接合の際に生じた熱変形による絶縁基板接合時のむらをなくし均一な接合を行うことがで

きる。
【0049】以上のように本発明によれば、冷却効率が高く、取り扱い性に優れたコンパクトな半導体装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による半導体装置を示す断面図である。

【図2】図1のII-II方向から見た断面図である。

【図3】図1のような半導体装置の製造方法を、冷却液通路の形成方法を中心に説明する図であって、(a)は放熱用銅基板と流路形成用銅基板とを接合する状況を示す図、(b)は放熱用銅基板の上面に研削処理を施す状況を示す図、(c)は予め半導体チップを接合しておいた窒化アルミ板を放熱用銅基板の上面に接合する状況を示す図である。

【図4】図1の半導体チップの回路構成の一例である6イン1モジュールの回路構成を示す図である。

【図5】図1のような半導体装置を用いた機器の一例であるインバータ装置を示す構成図である。

【図6】放熱用銅基板の下面に設けられるフィンの形状を示す図であって、(a)は冷却液の流れの方向に沿うようなひれ状のフィンの平面図、(b)は(a)のB-B方向から見た断面図である。

【図7】放熱用銅基板の下面に設けられるフィンの形状を示す図であって、(a)は放熱用銅基板の下面から突出する円柱形状のフィンの平面図、(b)は(a)のB-B方向から見た断面図である。

【図8】本発明の第2の実施形態による半導体装置を説明する図であって、固定式ブロベラによって冷却液に乱流を起こさせる構成を示す図である。

【図9】本発明の第3の実施形態による半導体装置を説明する図であって、円柱状の棒状部材によって冷却液に乱流を起こさせる構成を示す図である。

【図10】本発明の第4の実施形態による半導体装置を説明する図であって、可撓性を有するベローズにより流路断面積を可変とする構成を示す図である。

【図11】本発明の第5の実施形態による半導体装置を説明する図であって、放熱用銅基板と流路形成用銅基板

の摺動部分にOリングを配置し、流路断面積を可変とする構成を示す図である。

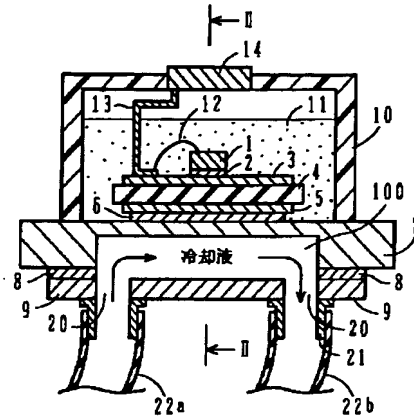
【図12】従来の水冷式の冷却方式を採用した半導体装置の一例を示す図である。

【図13】従来の水冷式の冷却方式を採用した半導体装置の他の例を示す図である。

【符号の説明】

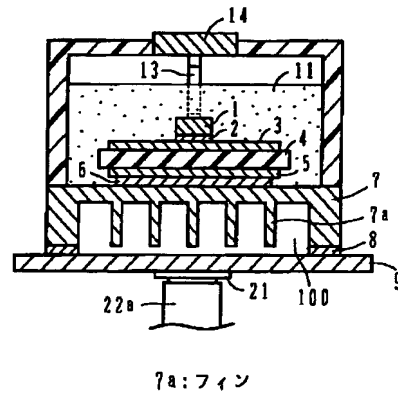
- 1 半導体チップ
- 2 高温半田層
- 3 導電体層
- 4 窒化アルミ板（絶縁基板）
- 5 導電体層
- 6 低温半田層
- 7 放熱用銅基板
- 7a フィン
- 7b 溝
- 7A 放熱基板
- 7B フィン
- 8 接合金属
- 9 流路形成用銅基板
- 10 樹脂ケース
- 11 シリコンゲル
- 12 アルミニウムワイヤ
- 13 リードフレーム
- 14 外部接続端子
- 20 (冷却液の) 出入口
- 21 バイブ
- 22a 冷却液供給用のホース
- 22b 冷却液排出用のホース
- 31 IGBTチップ
- 32 ダイオード
- 41 インバータボックス
- 42 半導体装置
- 43 電解コンデンサ
- 44 スナバ回路基板
- 45 コントローラ
- 51 固定式ブロベラ
- 52 (円柱状の) 棒状部材
- 61 ベローズ
- 62 支持部材
- 63 アクチュエータ
- 67 放熱用銅基板
- 69 流路形成用銅基板
- 71 Oリング
- 72 支持部材
- 73 アクチュエータ
- 77 放熱用銅基板
- 79 流路形成用銅基板
- 100, 101, 102, 103, 104 冷却液通路

【図1】

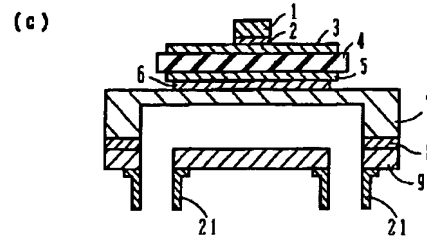
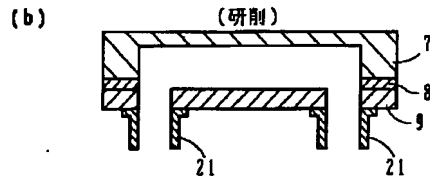
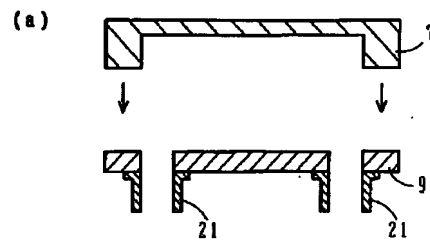


- | | |
|------------------|-----------------|
| 1: 半導体チップ | 11: シリコンゲル |
| 2: 高温半田層 | 12: アルミニウムワイヤ |
| 3: 導電体層 | 13: リードフレーム |
| 4: 窒化アルミ板 (絶縁基板) | 14: 外部接続端子 |
| 5: 導電体層 | 20: (冷却液の) 出入口 |
| 6: 低温半田層 | 21: パイプ |
| 7: 放熱用銅基板 | 22a: 冷却液供給用のホース |
| 8: 接合金属 | 22b: 冷却液排出用のホース |
| 9: 流路形成用銅基板 | 100: 冷却液通路 |
| 10: 樹脂ケース | |

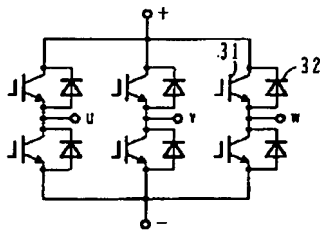
【図2】



【図3】

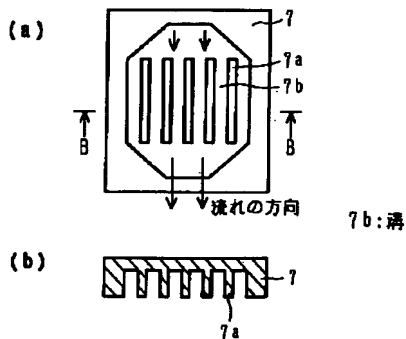


【図4】

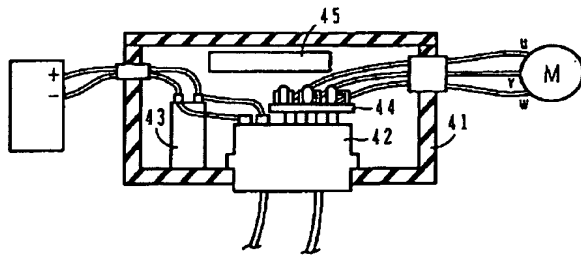


- 31: IGBTチップ
32: ダイオード

【図6】

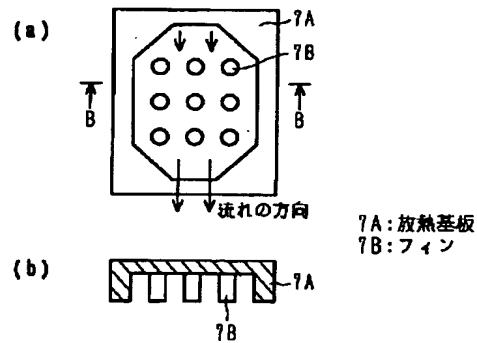


【図5】

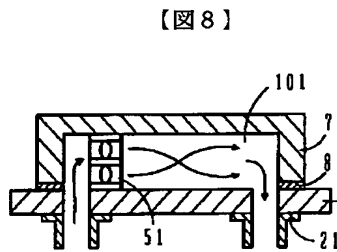


41:インバータボックス
42:半導体装置
43:電解コンデンサ
44:スナバ回路基板
45:コントローラ

【図7】

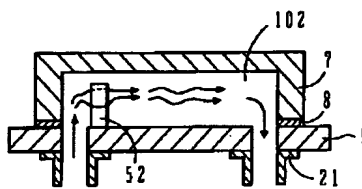


【図12】

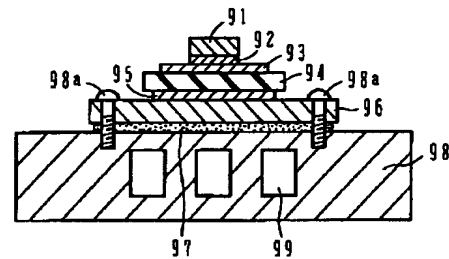


51:固定式プロペラ
101:冷却液通路

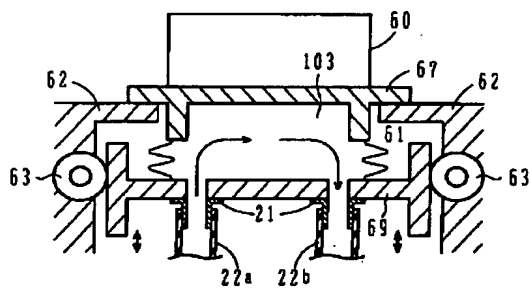
【図9】



52:(円柱状の)棒状部材
102:冷却液通路

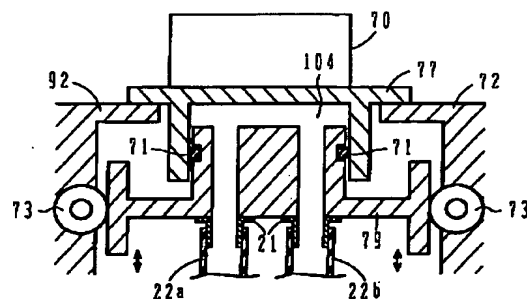


【図10】



61:ベローズ
62:支持部材
63:アクチュエータ
67:放熱用銅基板
69:流路形成用銅基板
103:冷却液通路

【図11】



71:Oリング
72:支持部材
73:アクチュエータ
77:放熱用銅基板
79:流路形成用銅基板
104:冷却液通路

(10)

特開平9-307040

【図13】

